

دراسة مخبرية مقارنة لتقييم مقاومة الكسر للجسور المؤقتة المصنوعة بالطريقة غير المباشرة من مادة PMMA CAD/CAM و بالطريقة المباشرة من مادة Bis-acryl.

أ.د. بسام النجار **

رهف شمسين *

(الاياداع:13 آذار 2022،القبول:17 أيار 2022)

الملخص:

تعتبر التعويضات المرحلية (المؤقتة)، جزءاً هاماً في خطط العلاج التعويضية، وتخدم هذه التعويضات المرحلية منذ بداية مرحلة التحضير وحتى نهايتها عند تثبيت وإصاق التعويض الثابت الدائم. نظراً لأهمية هذه التعويضات أجريت العديد من الدراسات التي تهدف إلى معرفة المادة الأمثل لصناعة هذه التعويضات، وتعتبر راتجات بولي ميثيل ميثاكريلات (PMMA) Poly methyl methacrylate resins، والراتجات المركبة (Composite-based resins (CBR)، أكثر المواد المستخدمة في صناعة هذه التعويضات المرحلية (المؤقتة) الثابتة. يعتبر كسر التعويضات المؤقتة أهم سبب في فشلها سريريّاً، لذلك كانت معرفة الخصائص الميكانيكية للمواد النسبية المستخدمة في صنع هذه التعويضات أمراً مهماً ويجب عدم إهماله لضمان النجاح السريري لها قدر الإمكان. يهدف هذا البحث إلى مقارنة وتقييم مقاومة الكسر لكل من مادتي (PMMA) Polymethyl methacrylate، بالطريقة غير المباشرة بالاستعانة بتقنية CAD/CAM، ومادة Bis-acrylic، الراتجية المستخدمة بالطريقة المباشرة، والمستخدمتان في صناعة الجسور المؤقتة المعوّضة عن فقد الرحى الأولى السفلية. تألفت عينة البحث من 20/ جسراً مؤقتاً تم صنعها على مثال معدني من الكروم كوبالت، يحاكي الأبعاد الوسطية المرجعية للأسنان الدعامات المحضرة (الضاحك الثاني السفلي والرحى الثانية السفلية)، مع منطقة الدمية (الرحى الأولى السفلية) والأسنان المجاورة. تم تقسيمها إلى مجموعتين متساويتين تبعاً للمادة المصنوعة منها الجسور المؤقتة، كما يلي: (المجموعة الأولى: تعويضات بالطريقة غير المباشرة من مادة PMMA CAD/CAM)، (المجموعة الثانية: تعويضات بالطريقة المباشرة من مادة bis-acrylic resin). تم إخضاعها لاختبار الكسر، ثم إجراء الدراسة الإحصائية على القيم المسجلة. أظهرت النتائج أن متوسط مقاومة الكسر لمادة PMMA CAD/CAM بالطريقة غير المباشرة، أكبر من متوسط مقاومة الكسر لمادة bis-acrylic resin والمستخدم بالطريقة المباشرة.

الكلمات المفتاحية:

تعويض مؤقت، بولي ميثيل ميثاكريلات، إكريل راتج، مقاومة كسر، التصميم والتصنيع بواسطة الحاسوب CAD/CAM

*طالبة دراسات عليا (ماجستير) - اختصاص تعويضات الأسنان الثابتة- كلية طب الأسنان - جامعة حماة.

**أستاذ في قسم تعويضات الأسنان الثابتة - كلية طب الأسنان - جامعة حماة.

In-vitro Comparative Study to Evaluate Fracture Strength for PMMA CAD/CAM (indirect technique) and Bis-acrylic resin (direct technique) Used in the Fabrication of Provisional Bridges.

Rahaf Chasmine*

Bassam Al-Najjar**

(Received:13 April 2022,Accepted:17 May 2022)

Abstract:

Interim (temporary) restorations play an important role in the prosthodontic treatment plans, and these temporary restorations serve from the beginning of the preparation phase until its end when the permanent fixed restoration is cemented and fixed.

Due to the importance of these prostheses, several studies have been carried out aimed at knowing the optimal material for the manufacture of these interim prostheses. Poly methyl methacrylate resins (PMMA) and Composite-based resins (CBR) are the most common materials used in the fabrication of these interim fixed prostheses. Moreover, the breakage of those interim prostheses is considered to be the most important reason for its clinical failure; therefore, knowing the mechanical properties of the dental materials used in the fabrication of these prostheses is important and should not be neglected, to ensure the clinical success as much as possible. This research aims to compare and evaluate the fracture resistance of both polymethyl methacrylate PMMA (indirect method, using CAD/CAM technology), and bis-acrylic resin (direct method), which are used in the manufacture of temporary bridges that replace the missing lower first molar.

The research sample consisted of /20 / interim bridges, which were fabricated on a metal master typodont (dentiform), made from Cr-Co alloy, to stimulate the average dimension of the prepared second premolar and the second molar, within the first molar as a missing tooth. Then the sample was divided into two identical groups as follows:

The first group: the interim restorations were made by the indirect method (PMMA CAD/CAM prefabricated disks). While the second group's restorations were made by the direct method (bis-acrylic resin). After that, all groups were subjected to fracture resistance mechanical test, then collected data was analyzed.

the average fracture resistance of the PMMA CAD/CAM interim bridges (indirect technique), was higher than the average fracture resistance of the bis-acrylic resin (direct technique).

Keywords: Provisional restoration, interim restoration, CAD/CAM, PMMA, Bis-acrylic resin, fracture resistance.

*Master student in fixed prosthodontics department, faculty of dentistry- Hama university- Hama, Syria

**Professor in the Department of Fixed Prosthodontics- Hama University- Hama, Syria

1. مقدمة introduction:

1-1 تعريف التعويض المؤقت Definition of provisional/interim restoration

إن مصطلح تعويض مؤقت/مرحلي/انتقالي (provisional, interim, and transitional) كلها تصب في معنى واحد وهو التعويض المؤقت وجميعها ذكرت في الأدب الطبي، (Glossary of Prosthodonti Terms 2017)، (Gratton and Aquilino 2004a).

وهو عبارة عن مرممة ثابتة أو متحركة، معوضة عن سن واحد مفقود أو أكثر، أو قد تكون تعويضاً وجهياً فكينياً، وتقوم بالتعويض عن النواحي الجمالية وتؤمن استقرار و/أو بقاء الوظيفة بشكل مرحلي إلى حين إنجاز العوض النهائي المطلوب، (Glossary of Prosthodonti Terms 2017)، (Rosenstiel, Stephen F et al., 2016).

وتعتبر هذه التعويضات المرحلية جزءاً لا يتجزأ عن خطة العلاج وليست خطوة اختيارية بإمكان الطبيب التغاضي عنها، وهي أساسية في الوصول إلى خطة عمل سليمة ناجحة مرضية، ملبية لتوقعات كل من الطبيب والمريض، (Burns, Beck and Nelson 2003a).

نظراً لأهمية هذه التعويضات قامت العديد من الدراسات التي تهدف إلى معرفة المادة الأمثل لصناعة هذه التعويضات، وتعتبر راتنجات بولي ميثيل ميثاكريلات (PMMA) Poly methyl methacrylate resins، والراتنجات المركبة Composite-based resins (CBR)، أكثر المواد المستخدمة في صناعة هذه التعويضات المرحلية (المؤقتة) الثابتة، (Anusavice, Shen and Rawls 2012).

ومنذ الخمسينيات من القرن الماضي وحتى وقتنا هذا الأبحاث قائمة بهدف إدخال تحسينات على مواد صنع هذه التعويضات بعد أن دخلت تقنية التصميم والتصنيع بمساعدة الكمبيوتر أو ما يعرف بال CAD/CAM Computer assisted design/computer assisted manufacture، التي ساعدت في التصميم السريع والدقيق للعديد من التعويضات منها التعويضات المؤقتة، (Liu and Essig 2008)، وهنا كان التطوير الأكبر حيث تم ابتكار أقراص ال PMMA بألوان وارتفاعات متعددة كل يناسب استنطابه واستخدامه، (Hada et al. 2021a).

2-1 المتطلبات والشروط التي يجب أن تتحقق في التعويض المؤقت Requirements of provisional restorations

يجب أن يُنجز التعويض المؤقت بشكل دقيق كما باقي مراحل التعويض النهائي، وذلك لتحقيق الفوائد المرجوة منه، وتجنب أي آثار سلبية قد تتجم عن التعويض المؤقت السيء الصنع، (Burns et al. 2003a).

وقبل أن نتحدث عن فوائد ووظائف التعويض المؤقت يجب أن نذكر المتطلبات التي ينبغي أن يحققها الطبيب في هذا التعويض، في سبيل تحقيق تلك الفوائد، والتي هي عبارة عن مجموعة من الأسس والمبادئ المترابطة والمتداخلة مع بعضها، والتي تندرج تحت ثلاثة عناوين رئيسية وهي: المبادئ الحيوية (حماية اللب السني، المحافظة على صحة النسيج حول السنية، الحفاظ على علاقات إطباقية منسجمة، الحفاظ على الأسنان المحضرة)، المبادئ الميكانيكية (الوظيفة، ثباته وقابلية إعادته لمكانه بعد إزالته، مقاومة الانكسار والتشوه عند إزالته)، والمبادئ التجميلية، (Rosenstiel, Land et al. 2016).

3-1 الصفات المثالية للمادة التي يصنع منها التعويض المؤقت، (Tom et al. 2016):

- ◀ أن يكون التعامل معها سهلاً لكل من الطبيب والمخبري، من حيث سهولة تشكيلها والتعديل والإضافة إليها، ولا تنتشر حرارة عند تشكيلها ضمن الفم.
- ◀ أن تتمتع بزمان عمل كافٍ ومناسب.
- ◀ لها زمن تصلب سريع نسبياً، لا تتأثر بالتغيرات الحرارية داخل الفم.

- ◀ متقبلة حيوياً، غير سامة ومخرشة للنسج السننية والنسج المحيطة، ولاتسبب الحساسية.
- ◀ المحافظة على ثبات اللون والأبعاد ضمن الفم.
- ◀ ذات متانة وقوة كافية لتحمل الجهود الإطباقية المطبقة عليها أثناء القوى الوظيفية، ومقاومة للقوى غير الوظيفية لدى مرضى الاضطرابات غير الوظيفية كالصرير، دون أن تتكسر أو تنتشوه.
- ◀ أن تكون مقاومة للانسحال داخل الفم كي لاتسبب تغيرات ونقص في البعد العمودي خاصة في حالات إعادة التأهيل، وإعادة البعد العمودي الإطباقية، والحالات التي تتطلب فترات علاجية طويلة نسبياً.
- ◀ سهولة الإنهاء والتلميع كي تقلل تراكم اللويحة وتحافظ على الثبات اللوني ما أمكن.
- ◀ ذات مظهر تجميلي مقبول من حيث لونها وشفوفيتها وبنيتها الشكلية، عديمة الرائحة، كي يتقبلها المريض بسهولة.
- ◀ سهولة الإصلاح والإضافة لها، دون أن يؤثر ذلك على وظيفة التعويض.
- ◀ التوافق الكيميائي مع المواد الداخلة في تركيب إسمنتات الإلصاق المؤقتة.

1-4 أنواع التعويضات المؤقتة، (Phillips et al 1992):

- **تبعاً للمادة التي يصنع منها التعويض:** ومن أهم المواد التي استخدمت بنجاح وحقت الكثير من الصفات المذكورة، هي مادة البولي ميثيل ميثاكريلات (PMMA) Poly Methyl Methacrylate Resins، بولي إيثيل ميثاكريلات (PEMA) Poly Ethyl Methacrylate Resins، فينيل إيثيل ميثاكريلات، بوتيل ميثاكريلات، وجميع ماسبق يندرج تحت عنوان راتنجات الميثاكريلات، بعض المواد المعدنية (كالألومنيوم، الفولاذ، قصدير الفضة، والنيكل كروم)، السيلولوز الذي يشكل على شكل قشور من السيلولوز أو المواد البلاستيكية، بوليكربونات، الراتنجات المركبة composite-resins، لدينا ضمن هذه المجموعة المواد التالية: Bis acrylic, Bis-GMA (bisphenol A-glycidyl methacrylate), UDMA (urethan dimethacrylate). (Shillingburg et al. 1997).

- تبعاً لطريقة التصنيع:

1- الجاهزة (مسبقة الصنع). Prefabricated.

2- الإفرادية Customized.

وهذا النوع من التعويضات يصنع إما بطريقة **مباشرة** ضمن العيادة chair side أو **غير مباشرة** في المخبر lab side، أو يمكن الدمج بين الطريقتين بما يعرف بالطريقة المختلطة.

2. هدف البحث Aim of the research:

مقارنة وتقييم مقاومة الكسر لكل من مادتيّ Polymethyl methacrylate (PMMA)، بالطريقة غير المباشرة بالاستعانة بتقنية CAD/CAM، ومادة Bis-acrylic الراتنجية المستخدمة بالطريقة المباشرة، والمستخدمتان في صناعة الجسور المؤقتة المعوّضة عن فقد الرحى الأولى السفلية.

3. مواد البحث وطرائقه materials and methods:

تألفت عينة البحث من 20 جسراً مؤقتاً، 10 منها مصنوعة بالطريقة غير المباشرة من مادة البولي ميثيل ميثاكريلات بتقنية الكاد كام (PMMA disc MARCO DENTAL) CAD/CAM PMMA لون (A2)، و 10 تم صنعها بالطريقة المباشرة بمادة (Trantemp NEXO BIO) bis-acrylic عن طريق الحقن، لون (A3)، تم صنعها على مثال معدني من الكروم كوبالت، يحاكي الأبعاد الوسطية المرجعية لمنطقة الأسنان الدعامات مع منطقة الدمية إضافة إلى الأسنان المجاورة.

طريقة العمل:

1- تحضير العينة:

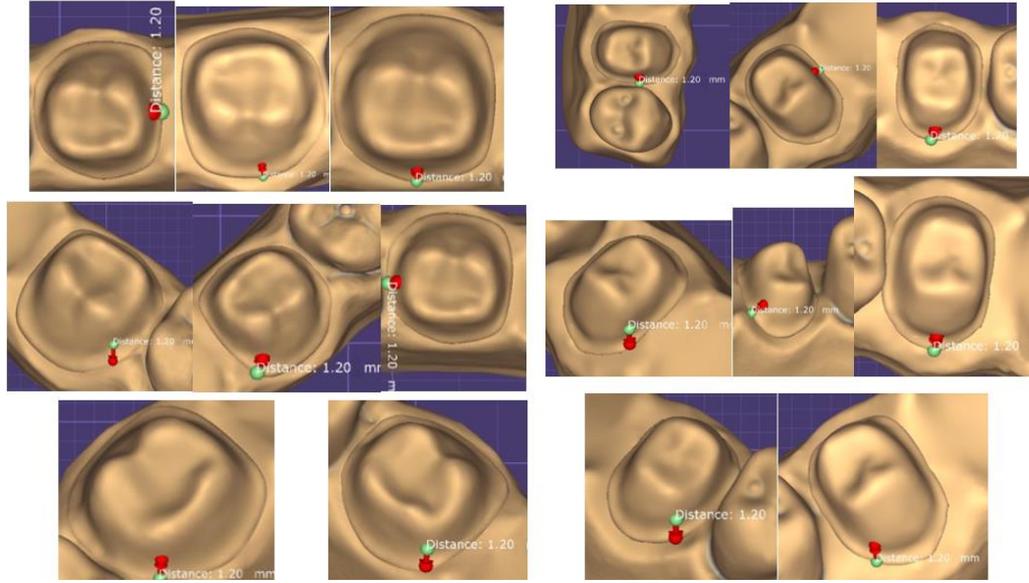
أ.. تم مسح مثال دراسي تعليمي للفك السفلي (فرازكو dentiform)، بواسطة الماسح الليزري ثلاثي الأبعاد، ثم ضبط أبعاد كل من الضاحك الثاني السفلي والرحى الثانية السفلية (الدعامات)، بالإضافة إلى الرحي الأولى السفلية (الدمية مستقبلاً)، عبر برنامج imageJ، من موقع NCBI كبرنامج معترف عليه معياري في القياس بعد ضبط البعد من واحدة الـ pixels، إلى واحدة الـ ملم بالاستعانة بالمقياس الموجود أسفل شاشة المخرج لبرنامج الـ exocad وهو ذو مصداقية بحثية في القياسات على الصور الرقمية، لتماثل وتقارب تم تصميم الأبعاد المرجعية الوسطية في كتاب wheeler's لتشريح الأسنان، (Nelson and Ash, 2014).

تم قياس المسافات جميعها بواسطة برنامج exocad ثم تم التأكد منها بواسطة برنامج imageJ المعتمد من قبل NCBI كبرنامج معياري في القياس بعد ضبط البعد من واحدة الـ pixels إلى واحدة الـ ملم، بالاستعانة بالمقياس الموجود أسفل شاشة المخرج لبرنامج الـ exocad.

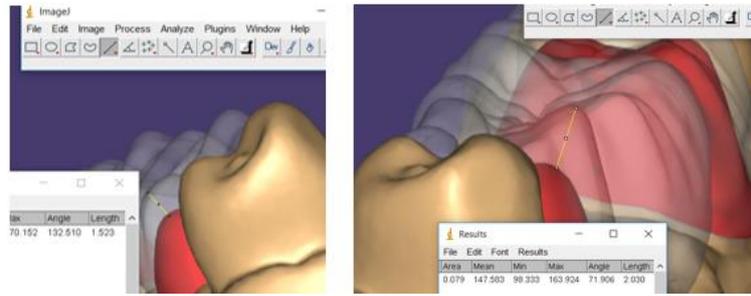
ب.. تمت إزالة الرحي الأولى السفلية كونها سُنَّ مفقودة، ثم قمنا بتحضير الدعامات على برنامج exocad التابع لتقنية الـ CAD/CAM، وذلك برسم خط إنهاء بمقدار 1.2 ملم ما يعرف ب: شبه كتف عميق (heavy chamfer) لأن هذا النوع من خطوط الإنهاء هو الأفضل في التحضيرات الخزفية الكاملة (Faruqi et al. 2021)، وهو يناسب التحضيرات المعدنية لكن الفارق هو الشطب في المعدنية heavy beveled chamfer، وذلك أيضاً وفق دراسة لـ (Chitmongkolsuk et al. 2002) حيث كان خط الإنهاء المعتمد لدراسة أبعاد الوصلات للدمية وتيجان الدعامات (1.2) ملم، وتم تحضير السطوح المحورية بسماكة تحضير (1.5) ملم و (2) ملم عند حذبات الدعم بسبب مراعاة شطب المنحدر الخارجي لحذبة الدعم الوظيفية، وتم التحضير باتباع مبادئ التحضير التالية، (Goodacre, Campagni and Aquilino 2001).

ج.. تم قياس المسافة في كل دعامة بعد نهاية التحضير على برنامج الـ exocad، في المناطق التالية: منتصف كل سطح محوري (الدلهيزي واللساني الأنسي والوحشي)، إضافةً إلى الزوايا الخطية الأربعة لكل سطح محوري مع مجاوره (الزاوية الخطية الأنسية الدهليزية والأنسية اللسانية، والزاوية الخطية الوحشية الدهليزية، والوحشية اللسانية)، وذلك للتأكد من تجانس سماكة خط الإنهاء على كامل محيط عنق السن، الشكل (1) يبين هذه القياسات على الرحي الثانية السفلية، وعلى الضاحك الثاني السفلي.

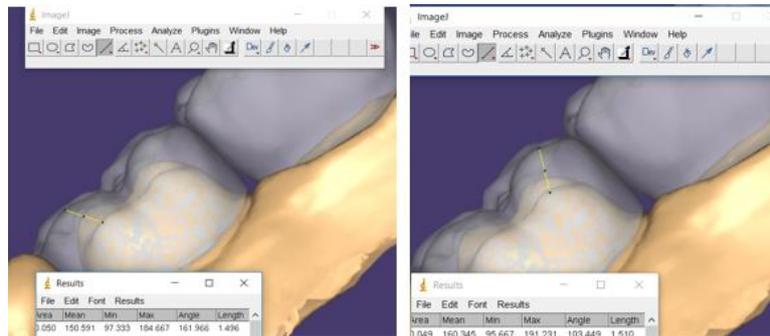
د.. تم قياس المسافة بين ذرا حذبات الدعم بعد التحضير لكل من الضاحك الثاني السفلي والرحى الثانية السفلية مع مثيلاتها قبل التحضير وأيضاً تم إجراء نفس العملية لحذبات الدلالة للتأكد من كمية التخفيض الإطباق، وذلك بواسطة برنامج الـ imageJ، الشكل (2) يوضح سماكات تحضير حذبة الدعم والدلالة للضاحك الثاني السفلي قبل وبعد التحضير، والشكل (3) يوضح سماكات التحضير لحذبة الدلالة للرحى الثانية السفلية قبل وبعد التحضير، والشكل (4) يوضح سماكات التحضير لحذبة الدعم للرحى الثانية السفلية قبل وبعد التحضير مقاسةً بالملم عبر برنامج الـ imageJ.



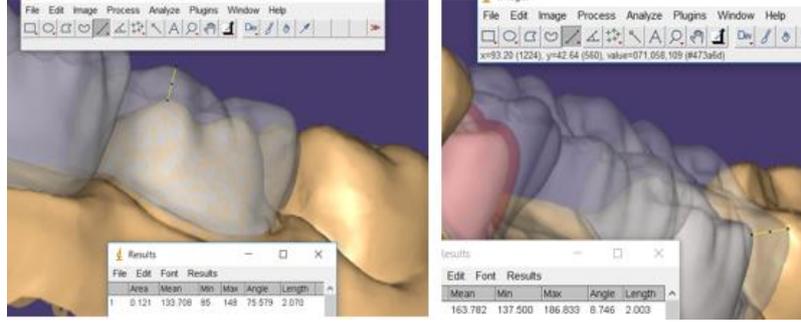
الشكل رقم(1): يوضح تجانس خط الإنهاء بمقدار 1.2 ملم على كامل محيط كل من الرحي الثانية السفلية، والضاحك الثاني السفلي، (القياس على برنامج exocad)



الشكل رقم (2): يوضح سماكات تحضير حذبة الدعم والدلالة للضاحك الثاني السفلي قبل وبعد التحضير مقياساً بالملم عبر برنامج ImageJ.



الشكل رقم (3): يوضح سماكات التحضير لحدبتي الدلالة للرحي الثانية السفلية قبل وبعد التحضير مقياساً بالملم عبر برنامج ImageJ..



الشكل رقم (4): يوضح سماكات التحضير لحدبتي الدعم للرحى الثانية السفلية قبل وبعد التحضير مقاسةً بالملم عبر برنامج imageJ.

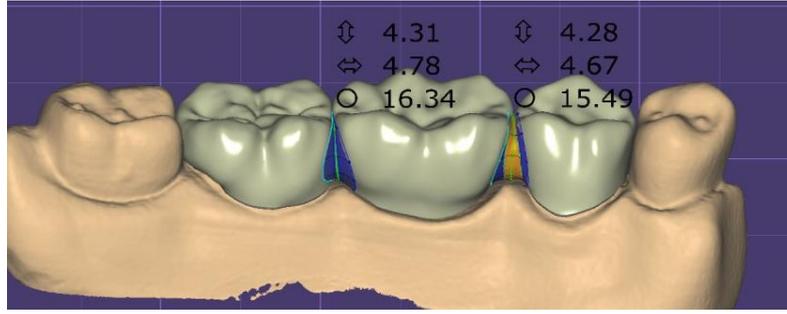
... بعد الانتهاء من تصميم مثال العمل على برنامج exocad، تم إدخال بيانات التصميم المعدني إلى جهاز الطباعة المعدنية الليزرية ثلاثية الأبعاد (Metal powder 3D laser printer)، نوع (Riton D-150)، ذو طول موجة $1.064\mu\text{m}$ ، لمعدن الكروم كوبالت CoCr، ليتم طباعة مثالين معدنيين متطابقين من مادة الكروم كوبالت CoCr لتسهيل إجراءات الاختبارات الميكانيكية واختصار الوقت، الشكل (5)، يبين كلا المثالين المتطابقين المصممين بالمقارنة مع المثال الدراسي السفلي.



الشكل رقم (5): المثال المعدني المصمم بالمقارنة مع المثال الدراسي السفلي (dentiform).

2- تصميم الدمية والوصلات:

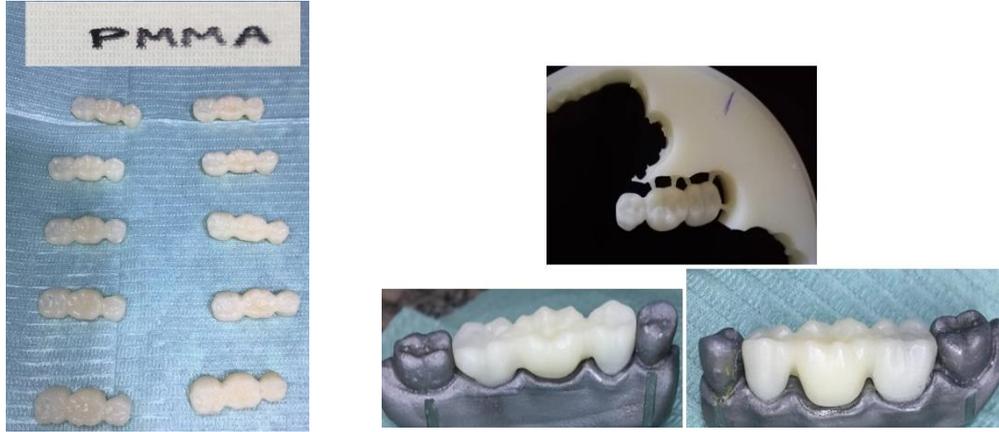
تم تصميم الدمية بالاعتماد على الأبعاد السابقة المرجعية الواردة في كتاب (Nelson and Ash, 2014)، تمت مراعاة ضرورة ألا يقل ارتفاع وسماكة الوصلة في المناطق الخلفية عن $4*4$ ملم، كي تتحمل الإجهادات و القوى الإطباقية المطبقة عليها دون أن تنتكسر، (Peñate et al. 2015)، (Chitmongkolsuk et al. 2002)، الشكل (6) يمثل تصميم الوصلات والجسر المؤقت على جهاز exocad.



الشكل رقم (6): تصميم الجسر المؤقت وارتفاع وسماكة الوصلات عبر برنامج exocad.

3- تصنيع جسور PMMA بطريقة CAD/CAM

تم تثبيت قرص بولي ميثيل ميثاكريلات PMMA CAD/CAM، المضغوط حرارياً من شركة MARCO DENTAL©، اللون A2، بأبعاد 98*16 ملم، وتم خراط التصميم السابق بتقنية CAM، الشكل (7) وتم صنع 10 جسور مؤقتة وفق هذه الطريقة وبهذا حصلنا على عينة الطريقة غير المباشرة.

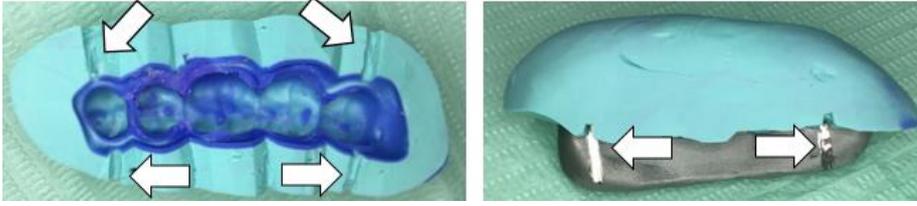


الشكل رقم (7): على اليمين خراط التصميم السابق بتقنية CAM، والتحقق من انطباقه التام على المثال المعدني، وعلى اليسار كامل العينة.

4- نسخ جسر PMMA:

تم صنع دليل سيليكوني silicone index، بأخذ طبعة بالسيليكون التكتيفي بالقوام ال putty ثم light، وذلك للحصول على جسر من مادة bis-acrylic مطابق تماماً في أبعاده الجسور المصممة على CAD/CAM، ولكي نضمن نزول الطبعة في مكانها في كل مرة نصنع فيها جسراً مؤقتاً، تم صنع نقاط علام "ميزاب" في منتصف السطح الدهليزي واللساني لكل من الأسنان المجاورة للدعامات والتي هي الضاحك الأول والرحى الثالثة السفليين، بواسطة أقراص الكابوراندوم، كما هو موضح في الشكل (8).

كما تم عمل ميزاب مطابقة في أمكنتها للميزاب على المثال المعدني ولكن على طبعة المطاط كما في الشكل (8)، وبهذه الطريقة نضمن نزول الطبعة واستقرارها باتجاه واحد ووحيد في كل مرة توضع فيها على المثال المعدني.



الشكل رقم (8): الدليل السيليكوني لنسخ جسر PMMA، ميازيب تم صنعها على المطاط والمثال المعدني لضمان نزول الطبعة واستقرارها باتجاه واحد ووحيد في كل مرة توضع فيها على المثال المعدني.

5- تصنيع جسور bis-acrylic resin:

يدهن باطن الطبعة والمثال المعدني بطبقة من سيليكات الصوديوم لمنع التصاق مادة التعويض بأيّ منهما وحدوث تشوه في المادة وكسرها، (Manappallil, 2016). ثم تم وضع مادة التعويض المؤقت ضمن فرد الحقن وتركيب رأس المزج في مكانه ثم تم ملء مكان الجسر بمادة Bis-acrylic resin، ذاتية التصلب، مع الانتباه أن يبقى رأس المزج ضمن المادة المحقونة حتى نقل من تشكل الفقاعات ضمن المادة، ثم أعدنا وضع الطبعة على المثال المعدني مع التأكد من تطابق ميازيب نقاط العلام. تم تطبيق ضغط ثابت حتى تمام التصلب، ثم ننزع الطبعة ونتحقق من عدم وجود فقاعات ضمن بنية الجسر المؤقت أو أي تشوه أو كسر، ثم يتم إنهاء وتلميع الجسر المؤقت بواسطة سنابل الإنهاء وأقماغ المطاط، الشكل (9)، ونتأكد من انطباق الجسر على المثال وانطباق حوافه، ثم نكرر العملية حتى نحصل على 10 جسور مؤقتة من مادة bis-acrylic resin، الشكل (10).



الشكل رقم (9): تصنيع الجسر المؤقت من مادة bis-acrylic resin المنسوخ وانطباقه على المثال بعد إنجائه وتلميعه.



الشكل رقم (10): العينة كاملة.

6- الإلصاق:

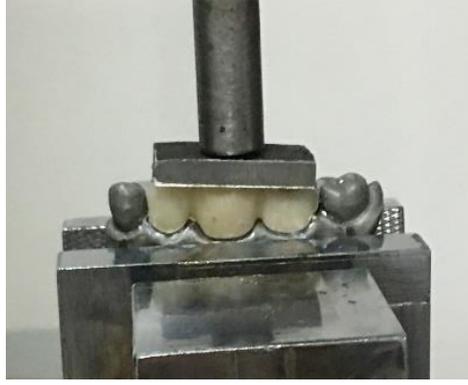
بعد الحصول على كامل عينة البحث، المؤلفة من 20 جسراً مؤقتاً، 10 منها مصنوعة بالطريقة غير المباشرة من مادة البولي ميثيل ميثاكريلات بتقنية الكاد كام CAD/CAM PMMA (PMMA disc MARCO (DENTAL©، و 10 تم صنعها بالطريقة المباشرة بمادة bis-acrylic (Trantemp NEXO BIO©) عن طريق الحقن، قمنا بتنظيف المثال المعدني بالكحول ثم بتيار متواصل من الماء لمدة 3-5 دقائق ثم تيار من الهواء لمدة 1-2 دقيقة، لإزالة المادة العازلة السائلة، (Darvell 2018)، حتى لا تؤثر على خصائص مادة الإلصاق في المراحل التالية. تم البدء بعينة جسور PMMA، حيث قمنا بالإلصاق أول جسر مؤقت بمزج إسمنت الإلصاق المؤقت الخالي من الأوجينول من شركة KERR، وذلك وفقاً لتعليمات الشركة المصنعة، مع الالتزام بوقت العمل والمزج والمقادير، وتطبيقه ضمن السطح الداخلي للضاحك الثاني والرحى الثانية السفليين، وتم تطبيق المقدار نفسه من القوة على كامل الجسر المؤقت، منذ لحظة إعادة الجسر المؤقت إلى مكانه على المثال المعدني وحتى نهاية التصلب، عن طريق استخدام ملزمة معدنية، بحيث تزن كتلتها العلوية (2.5) كغ، الشكل (11)، وبعد تمام التصلب، نزيل الزوائد عند الحواف وننتظر مدة (24) ساعة قبل تطبيق اختبار مقاومة الكسر على الجسر المؤقت. تم تكرار هذه العملية على كامل عينة البحث وكان يتم تنظيف المثال المعدني من إسمنت الإلصاق المؤقت بواسطة سنبال مخروطية من الخفان تركيب على القبضة المستقيمة، ثم تيار مائي وهوائي حتى التأكد من إزالة كامل الإسمنت القديم، (Zortuk et al. 2012)، وتكرر العملية بعد تطبيق الاختبار الميكانيكي وقبل كل إلصاق.



الشكل رقم (11): مزج وتطبيق إسمنت الإلصاق المؤقت وفق تعليمات الشركة المصنعة، ثم تطبيق ضغط ثابت على كامل الجسر ريثما يتصلب إسمنت الإلصاق باستخدام ملزمة الإلصاق.

7- اختبار مقاومة الكسر:

تم تثبيت المثال المعدني بشكل أفقي في المكان المخصص له، والرأس العامل الذي سيطبق القوة تم خرطه ليكون بشكل قطعة معدنية طولها يمتد ليغطي الجسر المؤقت كاملاً من أنسي الضاحك الثاني السفلي حتى وحشي الرحى الثانية السفلية (28.5) ملم، وعرضها (10.5) ملم (العرض الدهليزي اللساني لأكبر سطح إطباق في الجسر المؤقت والذي يمثل العرض الدهليزي اللساني للرحى الأولى السفلية)، الشكل (12)، ثم طبقت القوة من خلال نزول أداة التحميل إلى الجسر بسرعة 1mm/min، حتى توقّف الجهاز في لحظة حدوث الكسر، (تم ضبط السرعة حسب إعدادات الجهاز الموصى بها وفق الشركة المصنعة للجهاز).



الشكل رقم (12): إجراء الاختبار الميكانيكي.

4. النتائج والدراسة الإحصائية:

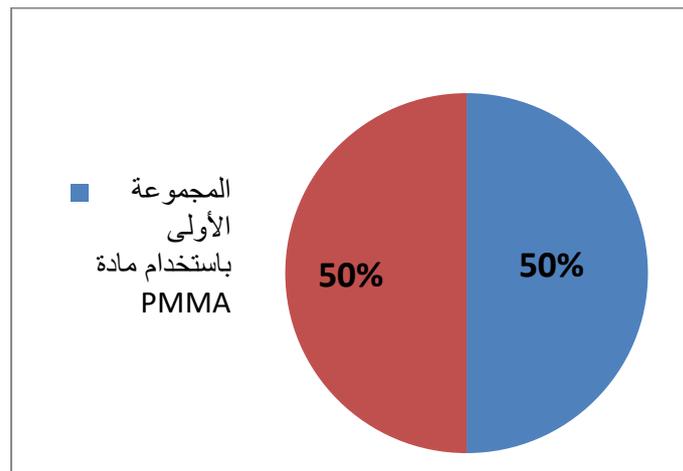
وصف العينة:

تألفت عينة البحث من 20 جسراً مؤقتاً، 10 منها مصنوعة بالطريقة غير المباشرة من مادة البولي ميثيل ميثاكريلات بتقنية الكاد كام (PMMA disc MARCO DENTAL©) CAD/CAM PMMA لون (A2)، و 10 تم صنعها بالطريقة المباشرة بمادة (Trantemp NEXO BIO©) bis-acrylic عن طريق الحقن، لون (A3)، تم صنعها على مثال معدني من الكروم كوبالت، يحاكي الأبعاد الوسطية المرجعية لمنطقة الأسنان الدعامات مع منطقة الدمية إضافة إلى الأسنان المجاورة.

1 - توزيع عينة البحث وفقاً لنوع مادة الجسور المؤقتة:

الجدول رقم (1): يبين توزيع عينة البحث وفقاً لنوع مادة الجسور المؤقتة.

النسبة المئوية %	عدد الجسور المؤقتة	مجموعتي التجربة
50	10	المجموعة الأولى باستخدام مادة PMMA
50	10	المجموعة الثانية باستخدام مادة RESIN
100	20	المجموع



المخطط رقم (1): يمثل النسبة المئوية لتوزيع عينة البحث وفقاً لنوع مادة الجسور المؤقتة.

2-دراسة متغير مقاومة الكسر (ميغا باسكال):

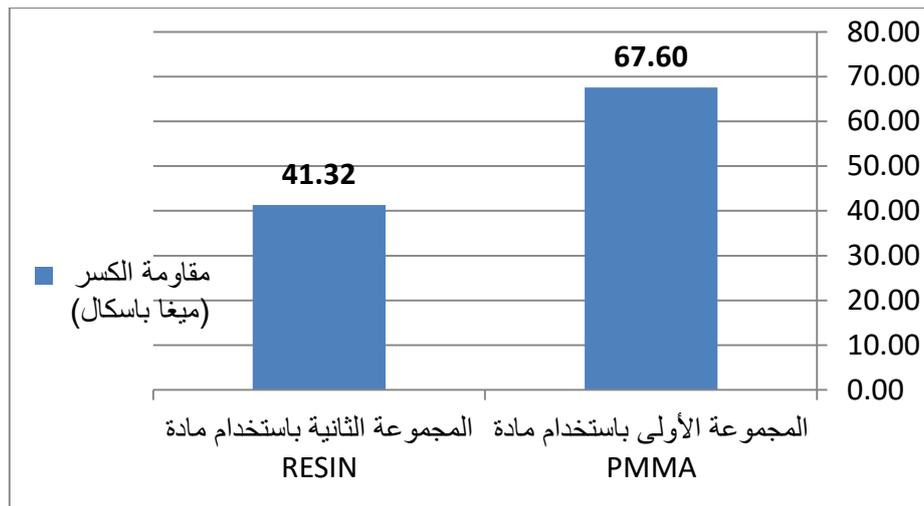
يبين الجدول (2) قيم مقاومة الكسر بالميغاباسكال، بعد تطبيق اختبار الكسر، ويبين الجدول (3) المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري وأكبر قيمة وأدنى قيمة لمتغير مقاومة الكسر مقاسة بالميغاباسكال في كل مجموعة من المجموعتين. إحصاءات وصفية:

الجدول رقم (2): يبين قيم مقاومة الكسر مقاسة بالميغاباسكال MPa، في عينة البحث وفقاً لنوع المادة المستخدمة في صناعة الجسر المؤقت.

Bis-Acrylic Resin Composite		PMMA MPa (N/mm ²)	
41.03	1	67.59	1
41.13	2	64.08	2
40.64	3	71.39	3
38.9	4	66.64	4
39.31	5	70.92	5
41.38	6	66.11	6
42.46	7	68.54	7
42.83	8	61.82	8
43.72	9	68.70	9
41.8	10	70.19	10

الجدول رقم(3): يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري وأكبر قيمة وأدنى قيمة لمتغير مقاومة الكسر مقاسة بالميغاباسكال في كل مجموعة من المجموعتين.

مجموعتي الدراسة	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	أصغر قيمة	أكبر قيمة
المجموعة الأولى باستخدام مادة PMMA	10	67.60	3.04	0.96	61.82	71.39
المجموعة الثانية باستخدام مادة RESIN	10	41.32	1.49	0.47	38.90	43.72



المخطط رقم (2): يمثل توزيع المتوسطات الحسابية لمتغير مقاومة الكسر (ميغا باسكال) في كل مجموعة من مجموعتي الجسور المؤقتة المدروسة.

نتائج اختبار T للعينات المستقلة Independent Samples T Test :

عند المقارنة بين المتوسطات الحسابية لمتغير مقاومة الكسر (ميغا باسكال) في مجموعتي الدراسة حيث يشمل الجدول (4) قيمة الفرق بين المتوسطين وقيمة t المحسوبة ودرجة الحرية الإحصائية وقيمة الاحتمالية P-value الناتجة عن استخدام اختبار T للعينات المستقلة Independent Samples T Test في البرنامج الإحصائي SPSS 20.

الجدول رقم (4): يبين نتائج استخدام اختبار T للعينات المستقلة independent samples T test، عند المقارنة بين المتوسطات الحسابية لمتغير مقاوم الكسر مقاسةً بالميجا باسكال في مجموعتي الدراسة.

التفسير	قيمة الاحتمالية P-value	درجة الحرية DF	قيمة T المحسوبة	الفرق بين المتوسطين	المقارنة
توجد فروق دالة إحصائية	0.000	18	24.54	26.27	PMMA & المجموعة الأولى باستخدام مادة RESIN المجموعة الثانية باستخدام مادة

من الجدول أعلاه نلاحظ ما يلي:

عند مقارنة متوسط متغير مقاومة الكسر (ميغا باسكال) ما بين المجموعة الأولى باستخدام مادة PMMA والمجموعة الثانية باستخدام مادة RESIN نلاحظ بأن إشارة الفرق بين متوسطي مجموعتي الدراسة كانت موجبة أي أن متوسط متغير مقاومة الكسر (ميغا باسكال) في المجموعة الأولى باستخدام مادة PMMA أكبر من متوسط متغير مقاومة الكسر (ميغا باسكال) في المجموعة الثانية باستخدام مادة RESIN بفروقات دالة إحصائية حيث $P < 0.05$ وذلك بدرجة ثقة 95%.

5. المناقشة Discussion:

كان المتوسط الحسابي لقيم مقاومة الكسر لمادة PMMA CAD/CAM discs، في هذه الدراسة (67.60 ± 3.04) ميغاباسكال MPa، حيث سجلت القيمة الأعلى لقوى الكسر (71.39) ميغاباسكال، وأصغر قيمة سجلت (61.82) ميغاباسكال، وكان المتوسط الحسابي لقيم مقاومة الكسر لمادة Bis-acryl resin (direct) في هذه الدراسة (41.32 ± 1.49) ميغاباسكال MPa، حيث سجلت القيمة الأعلى لقوى الكسر (43.72) ميغاباسكال، وأصغر قيمة سجلت (38.90) ميغاباسكال.

وبالتالي وجدت هذه الدراسة أن مادة الـ PMMA prefabricated disks، تتفوق على مادة bis-acryl resin، المستخدمة بالطريقة المباشرة من حيث مقاومتها للكسر.

وهذه النتيجة توافق النتيجة في دراسة، (Rayyan et al. 2015)، حيث كان المتوسط الحسابي لقيم مقاومة الكسر في هذه الدراسة (118±8) ميغاباسكال، بينما PMMA disks (142±12) ميغاباسكال، ويعزى هذا الفارق بين المتوسطات إلى مساحة السطح التي طبقت عليه القوة، ففي دراستنا تم تطبيق القوة على كامل الجسر بينما في هذه الدراسة كان نقطياً وعلى تاج مؤقت وحيد.

كما توافق دراسة (Hada et al. 2021a)، (Kuphasuk et al. 2018)، حيث كان المتوسط الحسابي لـ bis-acrylic resin لقيم مقاومة الكسر في الدراسة (23.36±2.88) ميغاباسكال، بينما PMMA disks (55.68±4.03) ميغاباسكال. وتخالف دراستنا دراسة (Mei et al. 2015)، حيث كان متوسط مقاومة الكسر للـ bis-acrylic resin (direct)، (87.50±10.29) ميغاباسكال، بينما PMMA (57.94 ± 5.37) ميغاباسكال، وقد يعزى هذا الاختلاف إلى استخدام مادة PMMA التقليدية المسحوق والسائل وليس أقراص الـ CAD/CAM، والتي كما ذكرنا أنها تتمتع بخواص ميكانيكية أقل ومقاومة للكسر أقل من الأقراص، (Al-Dwairi et al. 2020)، فمونيترات الـ PMMA التقليدي وحيدة الوظيفة، منخفضة الوزن الجزيئي، وهي مونيترات خطية (وحيدة السلسلة) مما يجعلها مسؤولة عن القسافة والخصائص الميكانيكية الضعيفة، (Cheng, Lin and Shan 2010). أما مونيترات bis-acryl resin، فهي ثنائية الوظيفة، لذلك هي قادرة على صنع بعض الروابط المتعددة والمتداخلة مما يعزز قوة وصلابة ترميماتها، بينما مونيترات PMMA disks CAD/CAM، تملك الكثير من تلك الروابط المتعددة والمتداخلة cross-linked، بسبب صنعها تحت ظروف أقرب للمثالية ضمن الشركات، (Cheng et al. 2010).

كما خالفت دراسة (Thompson and Luo 2014)، حيث كان متوسط مقاومة الكسر للـ bis-acrylic resin (direct)، (88.73) ميغاباسكال، بينما PMMA (47.62) ميغاباسكال تقريباً، وأيضاً خالفت دراسة (Yaniko?lu et al. 2014)، وقد يعزى هذا الاختلاف إلى استخدام مادة PMMA التقليدية المسحوق والسائل وليس أقراص الـ CAD/CAM، بالإضافة إلى حفظ الجسور المؤقتة بسوائل مختلفة مما يؤثر سلباً على خصائص المادة الميكانيكية.

6. الاستنتاجات:

متوسط مقاومة الكسر لمادة (CAD/CAM) PMMA prefabricated disks، أكبر من متوسط مقاومة الكسر لمادة Bis-acrylic resin (direct).

7. التوصيات:

- نوصي باستخدام مادة التعويض المؤقت المصنعة بالطريقة غير المباشرة من مادة PMMA CAD/CAM، وذلك لتمتعها بخصائص ميكانيكية أعلى ومقاومة كسر أفضل من الراجتات المستخدمة في الطريقة المباشرة.

8. المراجع:

- 1– The Glossary of Prosthodontic Terms (2017) Ninth Edition. *J Prosthet Dent*, 117, e1–e105.
- 2–Al–Dwairi, Z. N., K. Y. Tahboub, N. Z. Baba & C. J. Goodacre (2020) A Comparison of the Flexural and Impact Strengths and Flexural Modulus of CAD/CAM and Conventional Heat–Cured Polymethyl Methacrylate (PMMA). *Journal of Prosthodontics*, 29, 341–349.
- 3–Anusavice, K. J., C. Shen & H. R. Rawls. 2012. *Phillips' science of dental materials*. Elsevier Health Sciences.
- 4–Burns, D. R., D. A. Beck & S. K. Nelson (2003a) A review of selected dental literature on contemporary provisional fixed prosthodontic treatment :report of the Committee on Research in Fixed Prosthodontics of the Academy of Fixed Prosthodontics. *The Journal of prosthetic dentistry*, 90, 474–497.
- 5–Cheng, C.–J., C.–L. Lin & Y.–F. Shan (2010) Multifactorial analysis of variables influencing the fracture strength of repair joints for provisional restorative materials using the statistically based Taguchi method. *Journal of Dental Sciences*, 5, 90–99.
- 6–Chitmongkolsuk, S., G. Heydecke, C. Stappert & J. Strub (2002) Fracture strength of all–ceramic lithium disilicate and porcelain–fused–to–metal bridges for molar replacement after dynamic loading. *The European journal of prosthodontics and restorative dentistry*, 10, 15–22.
- 7–Faruqi, S., K. K. Ganji, V. Bandela, A. K. Nagarajappa, R. N. Mohamed, M. A. Ahmed, M. Farhan, W. N. Alwakid, K. A. S. Al–Hammad & M. K. Alam (2021) Digital assessment of marginal accuracy in ceramic crowns fabricated with different marginal finish line configurations. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, n/a.
- 8–Goodacre, C. J., W. V. Campagni & S. A. Aquilino (2001) Tooth preparations for complete crowns: an art form based on scientific principles. *J Prosthet Dent*, 85, 363–76.
- 9–Gratton, D. G. & S. A. Aquilino (2004a) Interim restorations. *Dent Clin North Am*, 48, vii, 487–97.
- 10–Hada, T., M. Kanazawa, M. Iwaki, A. Katheng & S. Minakuchi (2021a) Comparison of Mechanical Properties of PMMA Disks for Digitally Designed Dentures. *Polymers*, 13, 1745.
- 11–Kuphasuk, W., N. Ponlasit & C. Harnirattisai (2018) Flexural strengths and color stability of bis–acryl resin materials for provisional restorations. *Mahidol Dental Journal*, 38, 135–146.
- 12–Liu, P. R. & M. E. Essig (2008) Panorama of dental CAD/CAM restorative systems. *Compend Contin Educ Dent*, 29, 482, 484, 486–8 passim.

- 13–Manappallil, J.J. (2016). Basic dental materials. New Delhi ; Philadelphia: Jaypee Brothers Medical Publishers (P), Ltd.
- 14–Mei, M. L., S. Y. C. So, H. Li & C. H. Chu (2015) Effect of Heat Treatment on the Physical Properties of Provisional Crowns during Polymerization: An in Vitro Study. *Materials (Basel)*, 1777–1766 ،8 ،(.
- 15–Nelson, S.J. and Ash, M.M. (2014). *Wheeler’s dental anatomy, physiology, and occlusion*. St. Louis, Mo.: Saunders/Elsevier, Repr.
- 16–Phillips R, Goodacre C, Dykema R. (1992) Modern Practice In Fixed Prosthodontics, Fourth Edition, P77 – 89.
- 17–Rayyan, M. M., M. Aboushelib, N. M. Sayed, A. Ibrahim & R. Jimbo (2015) Comparison of interim restorations fabricated by CAD/CAM with those fabricated manually. *J Prosthet Dent*, 114, 414–9.
- 18–Rosenstiel, S. & M. Land. 2016. *Contemporary fixed prosthodontics–e–book*. Elsevier Health Sciences.
- 19–Shillingburg, H. T., S. Hobo, L. D. Whitsett, R. Jacobi & S. Brackett. 1997. *Fundamentals of fixed prosthodontics*. Quintessence Publishing Company.
- 20–Thompson, G. A. & Q. Luo (2014) Contribution of postpolymerization conditioning and storage environments to the mechanical properties of three interim restorative materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 112, 638–648.
- 21–Tom, T., M. Uthappa, K. Sunny, F. Begum, M. Nautiyal & S. Tamore (2016) Provisional restorations: An overview of materials used. *Journal of Advanced Clinical & Research Insights*, 3, 212–214.
- 22–Yanikoğlu, N. D. k., F. Bayindir, D. Kürklü & B. Beşir (2014) Flexural Strength of Temporary Restorative Materials Stored in Different Solutions. *Open Journal of Stomatology*, Vol.04No.06, 8.
- 23– Zortuk, M., H. O. Gumus, H. I. Kilinc & A. R. Tuncdemir (2012) Effect of different provisional cement remnant cleaning procedures including Er:YAG laser on shear bond strength of ceramics. *J Adv Prosthodont*, 4, 192–6.